

# METHOD FOR PRODUCING HIGH STRENGTH BOLT EXCELLENT IN DELAYED FRACTURE RESISTANCE AND RELAXATION RESISTANT CHARACTERISTIC

Publication number: JP2001348618

Publication date: 2001-12-18

Inventor: KOIKE SEIICHI; TAKASHIMA MITSUO; TSUKIYAMA KATSUHIRO; NAMIMURA YUICHI; IBARAKI NOBUHIKO

Applicant: HONDA MOTOR CO LTD; SAGA TEKKOHSO CO LTD; KOBE STEEL LTD

Classification:

- international: *F16B31/02; C21D1/26; C21D8/06; C21D9/00; C22C38/00; C22C38/04; C22C38/06; C22C38/30; F16B35/00; C21D8/06; F16B31/00; C21D1/26; C21D8/06; C21D9/00; C22C38/00; C22C38/04; C22C38/06; C22C38/30; F16B35/00; C21D8/06; (IPC1-7): C21D8/06; C22C38/00; C22C38/04; C22C38/30; C21D9/00; C21D1/26; F16B31/02; F16B35/00*

- european: C21D9/00U; C22C38/00B; C22C38/04; C22C38/06

Application number: JP20010083281 20010322

Priority number(s): JP20010083281 20010322; JP20000107006 20000407

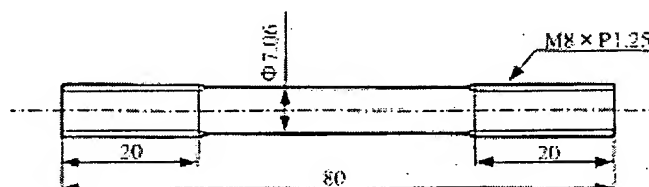
Also published as:

EP1273670 (A1)  
WO0179567 (A1)  
US6605166 (B2)  
US2002179207 (A1)  
CA2376845 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP2001348618

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a useful method for producing a high strength bolt excellent in both of a delayed fracture resistance and a relaxation resistant characteristic, although this bolt has such high strength level as  $\geq 1,200$  N/mm<sup>2</sup> tensile strength. **SOLUTION:** A steel material for bolt contains 0.50-1.0% C,  $\leq 0.5\%$  Si, 0.2-1% Mn and restrains P and S to  $\leq 0.03\%$ , respectively, and after applying a deep drawing work to the steel material having <20% area ratio of the total of pro-eutectoid ferrite, pro-eutectoid cementite, bainite and martensite and the balance pearlite structure, a bluing treatment is applied in the temperature range of 100-400 deg.C to the one formed as the bolt-shape by cold-heading so as to have  $\geq 1,200$  N/mm<sup>2</sup> tensile strength, and also, excellent delayed fracture resistance and relaxation resistant characteristic.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-348618  
(P2001-348618A)

(19)日本国特許庁 (JP)

(43)公開日 平成13年12月18日(2001.12.18)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	チーゴード(参考)
C21D 9/00	1/25	C21D 9/00	B
F16B 31/02	35/00	F16B 31/02	K
// C21D 8/06	8/06	C21D 8/06	J
			A

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特開2001-83281(P2001-83281)	(71)出願人	00005328 本田技研工業株式会社
(22)出願日	平成13年3月22日(2001.3.22)	(71)出願人	392027254 東京都区南青山二丁目1番1号 株式会社佐賀鉄工所
(31)優先権主張番号	特開2000-107006(P2000-107006)	(71)出願人	00001189 佐賀県佐賀市神園一丁目5番30号 株式会社神戸製鋼所
(32)優先日	平成12年4月7日(2000.4.7)	(74)代理人	10057828 弁理士 小谷 悦司 (外1名)
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性に優れた高強度ボルトの製造方法

## (57)【要約】

【課題】 引張強さが1200N/mm<sup>2</sup>以上の高強度レベルでありながら、耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性のいずれにも優れた高強度ボルトを製造するための有用な方法を提供する。

【解決手段】 C:0.50~1.0%, Si:0.5%以下およびMn:0.2~1%を含有すると共に、P:0.03%以下およびS:0.03%以下に夫々抑圧した鋼からなり、初析フェライト、初析セメンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの合計の面積率が20%未満、残部がパーライト組織である鋼材を強伸線加工した後、冷間圧延によりボルト形状にしたものを100~400℃の温度域でブルーイング処理を行って、1200N/mm<sup>2</sup>以上の引張強さを有すると共に、遅れに、優れた耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性を有する鋼にする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C:0.50~1.0% (質量%)の量、以下同じ)、Si:0.5%以下(0%を含まない)およびMn:0.2~1%を含有すると共に、P:0.03%以下(0%を含まない)およびS:0.03%以下(0%を含まない)に夫々抑圧した鋼からなり、初析フェライト、初析セメンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの合計の面積率が20%未満、残部がパーライト組織である鋼材を強伸線加工した後、冷間圧延によりボルト形状にしたものを100~400℃の温度域でブルーイング処理を行って、1200N/mm<sup>2</sup>以上の引張強さを有すると共に、優れた耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性を有する鋼にすることを特徴とする耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性に優れた高強度ボルトの製造方法。

【請求項2】 前記鋼が、更にCr:0.5%以下(0%を含まない)および/またはCo:0.5%以下(0%を含まない)を含有するものである請求項1に記載の高強度ボルトの製造方法。

【請求項3】 前記鋼が、更にMo、VおよびNbよりなる群から選ばれる1種または2種以上:合計で0.3%以下(0%を含まない)含有するものである請求項1または2に記載の高強度ボルトの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】  
【発明の属する技術分野】 本発明は、主に自動車用として使用される高強度ボルトを製造するための方法に関するものであり、特に引張強さ(強度)が1200N/mm<sup>2</sup>以上でありながら耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性に優れた高強度ボルトを製造するための有用な方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般の高強度ボルト用鋼には中炭素合金鋼(SCM435、SCM440、SCr440等)が使用され、焼入れ・焼戻しによって必要な強度を確保する様にしている。しかしながら、自動車や各種産業機械用として使用される一般の高強度ボルトでは、引張強さが約1200N/mm<sup>2</sup>を超える領域になると、遅れ破壊が発生する危険があり、使用上の制約がある。

【0003】 遅れ破壊は、非腐食性環境下で起こるものと同食性環境下で起こるものがあるが、その発生原因は種々の要因が複合的にからみあっているとされており、一概にその原因を特定することは困難である。上記の様な遅れ破壊性を左右する制御因子としては、焼戻し温度、組織、材料硬さ、結晶粒度、各種合金元素等の関与が一応認められているものの、遅れ破壊を防止する為の有効な手段が確立されている訳ではなく、試行錯誤的に種々の方法が提案されているに過ぎないのが実状である。

【0004】 耐遅れ破壊性を改善する為に、例えば特開

昭60-114551号、特開平2-267243号、同3-243745号等の技術が提案されている。これらの技術は、各種の主要な合金元素を調整することによって、引張強さが1400N/mm<sup>2</sup>以上でも耐遅れ破壊性が優れた高強度ボルト用鋼が開示されているが、遅れ破壊発生の危険が完全に解消されたという訳ではなく、それらの適用範囲はごく限られた範囲に止まっている。

【0005】 ところで、高温で使用する締付用ボルトでは、使用中に耐力比が低くなり、締付力の低下を招く現象が生じる場合があり、こうした現象はリラクセーション(応力緩和)と呼ばれている。そして、特に焼入れ・焼戻し鋼ではなくベイナイト鋼やパーライト鋼などをボルトなどに利用したときには、こうした現象に対する特性(リラクセーション特性)の低下が懸念される。こうした現象が生じるボルトが伸びてしまい、初期の締付力を確保できない恐れがあるので、例えば自動車エンジン廻りなどに適用するボルトでは、リラクセーション特性にも優れている必要がある。しかしながら、これまでの高強度ボルトでは、こうしたリラクセーション特性についてはあまり考慮されていない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこの様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、引張強さが1200N/mm<sup>2</sup>以上の高強度レベルでありながら、耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性のいずれにも優れた高強度ボルトを製造するための有用な方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成し得た本発明の方法とは、C:0.50~1.0%、Si:0.5%以下(0%を含まない)およびMn:0.2~1%を含有すると共に、P:0.03%以下(0%を含まない)およびS:0.03%以下(0%を含まない)に夫々抑圧した鋼からなり、初析フェライト、初析セメンタイト、ベイナイトおよびマルテンサイトの合計の面積率が20%未満、残部がパーライト組織である鋼材を強伸線加工した後、冷間圧延によりボルト形状にしたものを100~400℃の温度域でブルーイング処理を行って、1200N/mm<sup>2</sup>以上の引張強さを有すると共に、優れた耐遅れ破壊性および耐リラクセーション特性を有する鋼にする点に要旨を有するものである。

【0008】 また、本発明方法において用いる鋼には、必要によって(a)Cr:0.5%以下(0%を含まない)および/またはCo:0.5%以下(0%を含まない)、(b)Mo、VおよびNbよりなる群から選ばれる1種または2種以上:合計で0.3%以下(0%を含まない)、等を含有させることも有効である。

## 【0009】

【発明の実施の形態】 本発明者らは、従来の高強度ボルト



は、ソルトバス、鉛、流動層等を利用して、加熱した材料をできるだけ速い冷却速度で急冷することが望ましい。均質なバーライト組織を得るには、500～650℃で恒温変態させることが必要である。この恒温変態温度の好ましい温度範囲は、550～600℃程度であり、最も好ましい恒温保持温度はT<sub>T</sub>線図のパーライトノーズ付近である。

【0031】以下本発明を実施例によって更に詳細に説明するが、下記実施例は本発明を限定する性質のものではなく、前・後記の趣旨に倣して設計変更することは、いずれも本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【0032】

【実施例】実施例1

下記表1に示す化学組成成分を有する供試鋼を用い、線径：8～14mmφまで圧延終了温度が約930℃になり、平均冷却速度が4.2～12.4℃/秒（下記表2）の範囲となる様に断面冷却した。その後、線径：7.06mmφまたは5.25mmφまで伸縮した（伸縮率：57～75%）。

【0033】

【表1】

供試鋼	化学組成(質量%)									
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	その他	
A	0.48	0.20	0.54	0.005	0.003	0.029	0.004	0.0007		
B	0.59	0.19	0.53	0.006	0.004	0.030	0.005	0.0007		
C	0.85	0.21	0.76	0.014	0.011	0.052	0.005	0.0006		
D	0.88	0.21	0.54	0.008	0.004	0.032	0.005	0.0006		
E	1.09	0.20	0.53	0.005	0.003	0.003	0.005	0.0007		
F	0.83	0.89	0.75	0.015	0.004	0.038	0.008	0.0006		
G	0.82	0.20	0.12	0.005	0.004	0.030	0.005	0.0024		
H	0.80	0.21	1.19	0.005	0.003	0.031	0.005	0.0005		
I	0.82	0.25	0.74	0.010	0.006	0.028	0.004	0.0007	Cr0.17	
J	0.94	0.21	0.49	0.007	0.003	0.031	0.008	0.0006	Cr0.32	
K	0.85	0.20	0.75	0.005	0.003	0.030	0.003	0.0007	Co0.49	
L	0.84	0.19	0.75	0.005	0.004	0.029	0.004	0.0007	Mo0.22	
M	0.83	0.20	0.75	0.005	0.003	0.028	0.004	0.0006	Nb0.21	
N	0.82	0.20	0.74	0.008	0.004	0.030	0.007	0.0007	Nb0.05	
O	0.34	0.19	0.70	0.018	0.009	0.033	0.003	0.0009	Dr0.95Mo0.18	

【0034】得られた各種鋼線を用い、図1に示すM8×P1.25（図1(a)、線径：7.06mmφの鋼線から）またはM6×P1.0（図1(b)、線径：5.25mmφの鋼線から）のスタッドボルトを作製し、遅れ破壊試験は、ボルトを水中に浸漬後（15% HCl×30分）、水洗・乾燥して大気中で応力負荷（負荷応力は引強さの90%）し、100時間後の破断の有無を調べた。また、初折フエライト、初折セメント、ベイナイトおよびマルテンサイトまたはパーライト組織の分類を下記の方法で行い、各組織の面積率を求めた。このとき比較のために、一部の鋼線については焼入れ・焼戻しを行って100%焼戻しマルテンサイト組織にしたものについても遅れ破壊試験を行った。

【0035】（各組織の分類）線材および鋼線の横断面を埋め込み、研磨後、5%ピクリン酸アルコール液に15～30秒間浸漬して腐食させた後、走査型電子顕微鏡（SEM）によってD/4（0は直徑）部を組織観察した。そして、1000～3000倍で5～10視野撮影し、パーライト組織部分を測定した後、画像解析装置によって各組織の面積率を求めた。尚、パーライト組織と区別が付きにくい、ベイナイト組織や初折セメント組織については図2（図面代用顕微鏡組織写真）に示す

線組織をベイナイト組織とし、図3（図面代用顕微鏡組織写真）に示す線組織を初折セメント組織と判定した。これらの組織の傾向として、初折フエライトと初折セメントは、旧オーステナイト結晶粒界に沿って析出し、マルテンサイトは塊状に析出していた。

【0036】また、上記鋼線を用いて、六角面付きボルトおよび六角フランジボルトを冷間圧延により作製し、そのとき加工されたボルト頭部の遅れ発生状況についても確認した。

【0037】各線材および鋼線の組織を平均冷却速度と共に下記表2に、遅れ破壊試験結果および遅れ発生状況を、伸縮条件および組織的特徴と共に下記表3に示す。ここで、遅れ破壊試験結果は、各10本試験を行ない、1本も破断しなかったものを普通遅れ破壊性良好としてO、10本中1本も破断したものを普通遅れ破壊性不良として×で表した。

【0038】これらの結果から明らかになるように、本発明の高強度ボルトでは冷間圧延によって遅れが発生することなく、且つ耐遅れ破壊性に優れた六角面付きボルトおよび六角フランジボルトが得られていることが分かる。

【0039】

【表2】

供試鋼	試験 No.	初期線径 (mm)	平均冷却速度 (℃/秒)	初折フェライト 面積率(%)	初折セメント 界面比率(%)	ベイナイト 比率(%)	マルテンサイト 界面比率(%)	備考
A	1	14.0	5.5	35	0	0	0	65 比較例
B	2	14.0	6.1	15	0	0	0	85 実施例
C	3	14.0	6.2	15	0	0	0	85 実施例
C	4	11.0	8.8	10	0	0	0	90 実施例
C	5	8.0	12.5	10	0	0	0	90 実施例
D	6	11.0	8.5	0	10	0	0	90 実施例
E	7	11.0	8.6	0	35	0	0	65 比較例
F	8	8.0	10.5	10	0	0	0	90 比較例
G	9	11.0	8.5	10	0	0	0	90 比較例
H	10	11.0	8.6	0	0	0	26	65 比較例
I	11	10.5	8.5	10	0	0	0	90 実施例
I	12	8.0	10.5	10	0	0	0	90 実施例
J	13	11.0	8.6	0	5	0	0	95 実施例
K	14	11.0	8.5	0	5	0	0	95 実施例
L	15	11.0	8.6	5	0	0	0	96 実施例
M	16	11.0	8.5	5	0	0	0	96 実施例
N	17	11.0	8.5	10	0	0	0	90 実施例
O	18	11.0	8.5	10	0	0	0	90 比較例

【0040】

試験No.	初期線径(mm)	初期強度(N/mm <sup>2</sup> )	最終強度(N/mm <sup>2</sup> )	伸縮率(%)	遅れ破壊性	ボルト頭部の冷間圧延六角面フランジ	備考
1	14.0	688	7.06	1124	75	強度不足	比較例
2	14.0	821	7.06	1245	75	良好	実施例
3	14.0	1072	7.06	1654	75	良好	実施例
4	11.0	1163	7.06	1533	59	良好	実施例
5	8.0	1261	5.25	1375	87	良好	実施例
6	11.0	1227	7.06	1663	59	良好	実施例
7	11.0	1686	7.06	断線で伸縮できず	断線	—	比較例
8	8.0	1343	5.25	1687	67	良好	実施例
9	11.0	1062	7.06	断線で伸縮できず	断線	—	比較例
10	11.0	1387	7.06	断線で伸縮できず	断線	—	比較例
11	10.5	1153	5.25	1694	76	良好	実施例
12	8.0	1201	5.25	1550	67	良好	実施例
13	11.0	1255	7.06	1674	59	良好	実施例
14	11.0	1230	7.06	1653	59	良好	実施例
15	11.0	1152	7.06	1627	89	良好	実施例
16	11.0	1148	7.06	1519	59	良好	実施例
17	11.0	1145	7.06	1512	59	良好	実施例
18	11.0	—	7.06	1318	—	×	比較例

【0041】実施例2

前記表1に示した供試鋼CとIを用い、線径：8mmφまたは10.5mmφまで冷間圧延した後、パーライト組織（加熱温度：940℃、恒温変態：510～610℃×4分）した。その後、線径：7.06mmφまたは5.25mmφまで伸縮した（伸縮率：55～75%）。

【0042】得られた各種鋼線を用い、前記図1に示したM8×P1.25（線径：7.06mmφの鋼線から）またはM6×P1.0（線径：5.25mmφの鋼線から）のスタッドボルトを作製し、遅れ破壊試験を実施例1と同様にして行った。

【0043】また上記線材を用いて、六角面付きボルト

および六角フランジボルトを冷間圧延により作製し、そのとき加工されたボルト頭部の遅れ発生状況を確認した。

【0044】各線材の組織を恒温変態温度と共に下記表4に、遅れ破壊試験結果および遅れ発生状況を、伸縮条件および組織的特徴と共に下記表5に示す。これらの結果から明らかになるように、本発明の方法では冷間圧延によって遅れが発生することなく、且つ耐遅れ破壊性に優れた六角面付きボルトおよび六角フランジボルトが得られていることが分かる。

【0045】

【表4】

試験 試料	No.	初期線径 (mm)	恒温保持時間 (分)	切初寸五小 面面積(%)	切初寸大寸小 面面積率(%)	へい付小 面面積率(%)	マシヤナ付 面面積率(%)	ハチ子付 面面積率(%)	備考
C	19	8.0	510	5	0	0	0	95	裏面割
I	20	10.5	610	5	0	0	0	95	裏面割
I	21	10.5	610	5	0	0	0	95	裏面割
I	22	8.0	525	0	0	0	0	95	表面割

[0046]

試験	初期弾性率 (mm)	初期強度 (mm)	最終弾性率 (mm)	最終強度 (N/mm <sup>2</sup> )	伸縮率 (%)	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	溶れ液特性	赤小虫コロシの割合(透過 六角型)	赤小虫コロシの割合(円柱型)	備考
19	8.0	1275	5.25	1645	57	良好	○	割れなし	割れなし	実例
20	10.5	1145	7.06	1546	55	良好	○	割れなし	割れなし	実例
21	10.5	1145	5.25	1696	75	良好	○	割れなし	割れなし	実例
22	8.0	1292	6.25	1622	57	良好	○	割れなし	割れなし	実例

**【喪5】**

**【0047】実施例3**

図1に示した試験No. 11, 12, 19, 22の試験（線径：5.25φまで伸張した鋼線）を用いて、リラクセーション試験を行った。このときリラクセーション試験は、PC硬鋼線のJIS G3538に準じて行った。但し、試験温度は常温ではなく、高温で行った。リラクセーション特性を比較するため130℃で行った。

【0048】上記の鋼線を使用し、鋼線ままあるいはその後ブルーイングを行った鋼線を用い、それぞれの0.2%永久伸びに対する荷量を測定した。そして試験片を0.2%永久伸びに對する荷重の相当な間隔でつかみ、0.2%永久伸びに對する荷重の

**【喪6】**

社名	工程	引当額 (N/mm <sup>2</sup> )	0.2%永久伸び (N/mm <sup>2</sup> )	載荷量 (N/mm <sup>2</sup> )	ワレ・ヒビの広がり (N/mm)	備考
11A	伸張まま	1694	1284	1011	911	比較例
11B	伸張後200℃ブルーイング後	1768	1761	1409	1195	実施例
11C	伸張後300℃ブルーイング後	1782	1631	1305	1185	実施例
12A	伸張まま	1650	1201	981	888	比較例
12B	伸張後200℃ブルーイング後	1673	1642	1314	1168	実施例
12C	伸張後300℃ブルーイング後	1684	1618	1294	1184	実施例
19	伸張まま	1845	1250	1000	901	比較例
19A	伸張後200℃ブルーイング後	1770	1681	1346	1177	実施例
19B	伸張後300℃ブルーイング後	1760	1671	1337	1198	実施例
22	伸張まま	1622	1246	997	898	比較例
22A	伸張後200℃ブルーイング後	1738	1656	1325	1169	実施例
22B	伸張後300℃ブルーイング後	1726	1547	1238	1105	実施例

[0051]

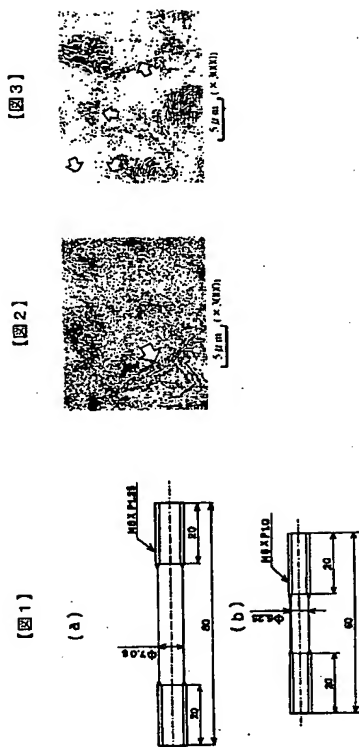
【発明の効果】本発明は以上の様に構成されており、引張強さが $1200\text{N/mm}^2$ 以上の高強度レベルでありながら、耐遅れ破壊性および耐ラクラクション特性のいずれにも優れた高強度ポルトが製造できた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例において運れ破壊試験に供したボルトの形状を示す概略説明図である。

【図2】ペイナイト組織を示す図面代用顕微鏡写真であ

【図3】切析セメント組織を示す図面代用顕微鏡写真である。



フロントページの概要

識別記号	F 1	イ-7-7-D (参考)
351) Int. Cl. 7	C 2 2 C	3 0 1 Z
小池 精一	38/00	38/04
38/00	38/04	38/30
72) 发明者	小池 精一	築山 勝浩
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号	株式会社	神奈川県横浜市川名一丁目 15 番 1 号
本社田技術研究所内		会社社員技工所内
高島 光男	72) 发明者	並村 裕一
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号	株式会社	神戸市灘区新浜原町 2 番地
本社田技術研究所内		製煙所神戸製煙所内
72) 发明者	高島 光男	安本 信彦
		神戸市灘区新浜原町 2 番地
		製煙所神戸製煙所内
		株式会社神戸

【0051】  
【発明の効果】 本発明は以上の様に構成されており、引張強さが $1200\text{ N/mm}^2$ 以上の高強度レベルであり、耐遅れ破壊性および耐ラクラクション特性のいずれにも優れた高強度ポルトが製造できた。

【図1】実施例において遅れ破壊試験に供したポルトの形状を示す縦断説明図である。  
【図2】ペイナイト組織を示す図面代用顕微鏡写真である。  
【図3】切析セメント組織を示す図面代用顕微鏡写真である。

【図面の簡単な説明】  
図1は、実施例において遅れ破壊試験に供したポルトの形状を示す縦断説明図である。  
図2は、ペイナイト組織を示す図面代用顕微鏡写真である。  
図3は、切析セメント組織を示す図面代用顕微鏡写真である。

【図面の簡単な説明】